

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-058138

(43)Date of publication of application : 13.03.1987

(51)Int.Cl.

G01N 15/02

G01B 11/10

G01N 21/53

(21)Application number : 60-197665

(71)Applicant : KOWA CO

(22)Date of filing : 09.09.1985

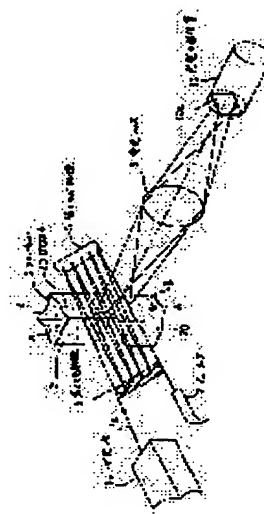
(72)Inventor : ISHIKAWA MUNEHARU

(54) METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING PARTICLE

(57)Abstract:

PURPOSE: To accurately perform measurement even when the density of particles is low, in a method for measuring scattered beam from particles to be measured by irradiating the particles to be measured with coherent beam, by reciprocating luminous flux plural times to cover measuring region with coherent luminous flux.

CONSTITUTION: Water containing fine particles 20 is made to flow into a flow cell 2 and laser beam 1a is brought to be incident on the side surface 3 of the flow cell 2 from a laser beam source 1. The incident beam refracts on the wall surface of the flow cell 2 to be scattered by the fine particles and the greater part of the remainder reaches the side wall 4 to be emitted to the outside while refracted. A first reflective mirror 5 is provided in close vicinity to the side wall 4 and the beam emitted from the flow cell 2 is reflected to be again transmitted through the water in the flow cell 2. A second reflective mirror 6 is provided outside the side wall 3 and the beam emitted from the side wall 3 is again reflected from the flow cell 2 to be reciprocated plural times. At this time, the scattered beam from the fine particles is detected by the photomultiplier tube 10. Because a measuring region is covered with beam, low density fine particles can be measured with high accuracy within a short time.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-58138

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)3月13日

G 01 N 15/02

G 01 B 11/10

G 01 N 21/53

A-7246-2G

Z-7625-2F

7458-2G

審査請求 未請求 発明の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 粒子測定方法及びその装置

⑯ 特 願 昭60-197665

⑰ 出 願 昭60(1985)9月9日

⑱ 発 明 者 石 川 宗 晴 多摩市豊ヶ丘6-2番3-307

⑲ 出 願 人 興 和 株 式 会 社 名古屋市中区錦3丁目6番29号

⑳ 代 理 人 弁 理 士 加 藤 卓

明 細 書

1. 発明の名称

粒子測定方法及びその装置

2. 特許請求の範囲

1) 被測定粒子にコヒーレント光源からの光束を照射して粒子からの散乱光を測定し、粒子の特性を測定する粒子測定方法において、前記光束を被測定粒子の存在する測定領域で複数回往復させることによって測定領域をコヒーレント光束で覆い、そのコヒーレント光束からの散乱光を測定することを特徴とする粒子測定方法。

2) 前記光束を少なくとも測定領域で重畳しないように往復させることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の粒子測定方法。

3) 被測定粒子にコヒーレント光源からの光束を照射して粒子からの散乱光を測定し、粒子の特性を測定する粒子測定装置において、第1と第2の反射手段を測定領域をはさんで配置し、コヒーレント光源からの光束を前記第1と第2の反射手段間で複数回多重反射させることにより前記コヒ-

レント光束を測定領域で複数回往復させ、そのコヒーレント光束からの散乱光を測定することを特徴とする粒子測定装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、粒子測定方法及びその装置、さらに詳細には被測定粒子にレーザー光源のようなコヒーレント光源からの光束を照射して粒子からの散乱光を測定し、粒径及び粒子数など粒子の特性を測定する粒子測定方法及びその装置に関する。

〔従来技術〕

従来から光子相関法の原理に基づいてレーザー光源からの散乱光束を測定し、微粒子の粒径や粒子数などの粒子特性の測定が行なわれている。例えば純水中の不純物を測定する場合、測定対象である微粒子の粒径が小さく、しかも粒子がまばらにしか存在しないために困難を伴う。従来では微粒子からの散乱強度を増加させるために入射光束を小さな領域に集光させ、高輝度の測定領域を設け、この領域を通過する粒子からの散乱光を受光

する方法が用いられている。例えば、純水中の不純物を検知する超微粒子カウンタなどにはこのような方法が用いられている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

このように従来の方法では粒子数密度の高い粒子群を対象としていたために小さな測定領域で充分粒子の母集団の性質を測定できる粒子計測が可能であったが、例えば純水中の不純物微粒子を測定するような場合、微粒子密度は稀薄な状態となっており、そのため測定すべき純水の処理量を増加する必要が生じてくる。そのために従来は純水の通過断面積は測定領域の断面積の数百倍となっており、測定している粒子は実際に通過する粒子のごくわずかなものとなり、短時間のうちに純水自体の品質を反映するだけ充分な粒子数を測定することができないという問題がある。特に粒子数密度が稀薄な純水中の微粒子を測定し、純水の品質検査をする場合には、純水中の微粒子の全数検査をできることが望ましい。

従って本発明はこのような点に鑑みなされたも

ので、粒子数密度が稀薄な微粒子であっても、その粒径や粒子数などを正確に測定することが可能な粒子測定方法及びその装置を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明はこのような問題点を解決するために、レーザー光源などのコヒーレント光源からの光束を被測定粒子の存在する測定領域で複数回往復させることによって測定領域をコヒーレント光束で覆い、そのコヒーレント光束からの散乱光を測定する構成を採用した。

〔作用〕

このような構成において、レーザー光線は、指向性が高く光束の拡散性が小さなコヒーレント光束であるため、測定領域で複数回反射させることにより測定領域をコヒーレント光束で覆うことが可能になり、測定領域全体にわたって有効に粒子を照射することが可能になり正確な測定ができるようになる。

〔実施例〕

以下図面に示す実施例に従い本発明を詳細に説明する。

第1図には純水中の不純物微粒子などの微粒子の特性を測定する測定装置の概略構成が図示されている。同図において符号1で示すものはコヒーレント光源、例えばレーザー光源であり、このレーザー光源1はその前面からコヒーレントなレーザー光束1aを発射する。このレーザー光源1から出る光束1aは空気中を通過してガラス製のフローセル2の第1の側面3に入射する。このフローセル2には矢印Aで示すように上方部から純水が流入しその下方部に流出する。この純水には測定すべき不純物微粒子20が含まれている。フローセル2の第1の側面3に入射したレーザー光束は壁面で屈折して純水中に透過する。純水中を透過するレーザー光束は散乱体粒子がある場合にはその光束の一部が散乱され、残りの大部分はフローセルの第1の側面3と対向する第2の側面4に達し、屈折してフローセルの外部に出る。フローセル2の第2の側面4に近接して第1の反射

鏡5が、またフローセル2の第1の側面3、すなわちレーザー光源1側には第2の反射鏡6が配置される。

第2の側面4に達し屈折してフローセル2の外に出たレーザー光束は、第1の反射鏡5でその反射率に応じて反射され、フローセル2の第2の側面4に入射して屈折され、再び純水中を透過し、微粒子があればその一部の光束が微粒子により反射され、フローセルの第1の側面3に到達する。第1の側面3を透過した光束は第2の反射鏡6に入射し、その反射率に応じて反射され、再びフローセル2の第1の側面3に入射する。以下同様な行程を経て2つの反射鏡5, 6間を往復してフローセル2を貫通する数本のレーザー光束1aが形成され、最後にレーザー光束1aは光トラップ7によって捕捉され再度放射されないように吸収される。

好ましくはフローセル2の第1と第2の側面と垂直する面8に面して受光レンズ9が配置される。フローセル2内の純水中に浮遊する散乱粒子

群20によって散乱されたレーザー光束は、フローセルの透明な第3の側面8を通り、光束にほぼ直角な方向に設置された受光レンズ9によって光電子増倍管10の受光面10aに結像される。このときフローセル2内を往復しているレーザー光束1aはコヒーレントな状態を保っているため、異なった光束中にある粒子からの散乱光もコヒーレントになり互いに干渉し得ることから、各粒子のブラウン運動に依存した散乱光の揺らぎが光電子増倍管の光電面10aで検知される。この光強度の揺らぎはよく知られているように光電子増倍管10により光電変換され、処理回路11により電気信号として処理され、その後段に接続された相関計12に入力される。この相関計12により光強度の揺らぎと粒子の特性間の相関関数が求められ、これがマイクロコンピュータ13によって粒子の拡散係数及び粒子径に算出される。

なお上述した例で、測定領域は、例えば $10 \times 10 \text{ mm}^2$ で、奥行は 10 mm であり、フローセルからレンズ9までの距離は 100 mm 、レンズ9から光

電面10aまでは 100 mm 、レンズの焦点距離は 50 mm である。

第2図には測定部の構成がさらに詳細に図示されている。透明なガラス質からなるフローセル2の両側には第1図に図示したようにその空気中に反射鏡5, 6が対向して配置され、レーザー光束1aの入射角及びフローセル壁面と各反射鏡5, 6の間隔は、各反射鏡5, 6に入射する光束と反射した光束とが交差して干渉する領域Bがフローセル内の純水の流路に入りこまないように設定するものとする。すなわち第2図の上方部に図示された例ではこの条件が満たされており、空気の屈折率を1、フローセル壁の屈折率を1.4、フローセル内の屈折率を1.33、フローセル壁面の厚さを 5 mm 、フローセル内の距離を 10 mm 、反射鏡と壁面までの距離を 40 mm 、レーザー光束径を 1.4 mm φとして 1° 以上の入射角が必要となり、また第2図の下方部では交差して干渉する領域Bが純水の流路に入りこんでおりレーザー光束の入射角が小さすぎる例である。

第2図に図示した装置は、空気と接するフローセルの外壁面で屈折率の大きな差が生じ、それにより光束の透過率が小さくなって光束の減衰が大きくなってしまいが、反射鏡と独立にフローセルを交換できるという利点がある。

一方光束の減衰を小さくする装置が第3図に図示されている。第3図に図示した例では透明なフローセル2の外壁23, 24に各々反射層21, 22が設けられている。この実施例の場合には第2図に示したように反射面とフローセルの外壁間に空気層が存在しないので、光束の減衰を防止している。また第3図の実施例の場合にもレーザー光束の入射角は、入射光と反射光が交差して干渉する領域Bが純粋の流路に入りこまないように設定されている。

この場合には、各屈折率は第2図と同様でフローセルのガラス壁の厚さは 6.1 mm 、フローセル間は 10 mm としてレーザー光束径 1.4 mm φで 1° 以上の入射角が必要となる。

上述したように本発明では散乱粒子の測定領域で

ある純水の流路断面全体をレーザー光束群が覆うように、1つのレーザー光源から反射手段を使って測定領域に複数の光束群を形成することであるが、上述したようにフローセル内部で入射光束と反射光束が交差しないように設定しなければならないので、各光束間1a間に第4図(A)で図示したように、若干の間隙が生じる。しかし第4図(B)で図示したようにレーザー光束群1aを流れの方向Aに対して例えば 45° 傾けることによってこの間隙Cを見かけ上なくすることが可能である。すなわちレーザー光束群を流れの方向Aに対して傾けることにより第4図(A)で図示した間隙CがB, Dの方向から見た場合見かえ上なくなることになり、より密度の高い複数のレーザー光束群を測定領域に形成することが可能となる。このような方法は第2図及び第3図に図示した2つのいずれの装置にも適用することができるものである。

【発明の効果】

以上説明したように本発明によればレーザー光

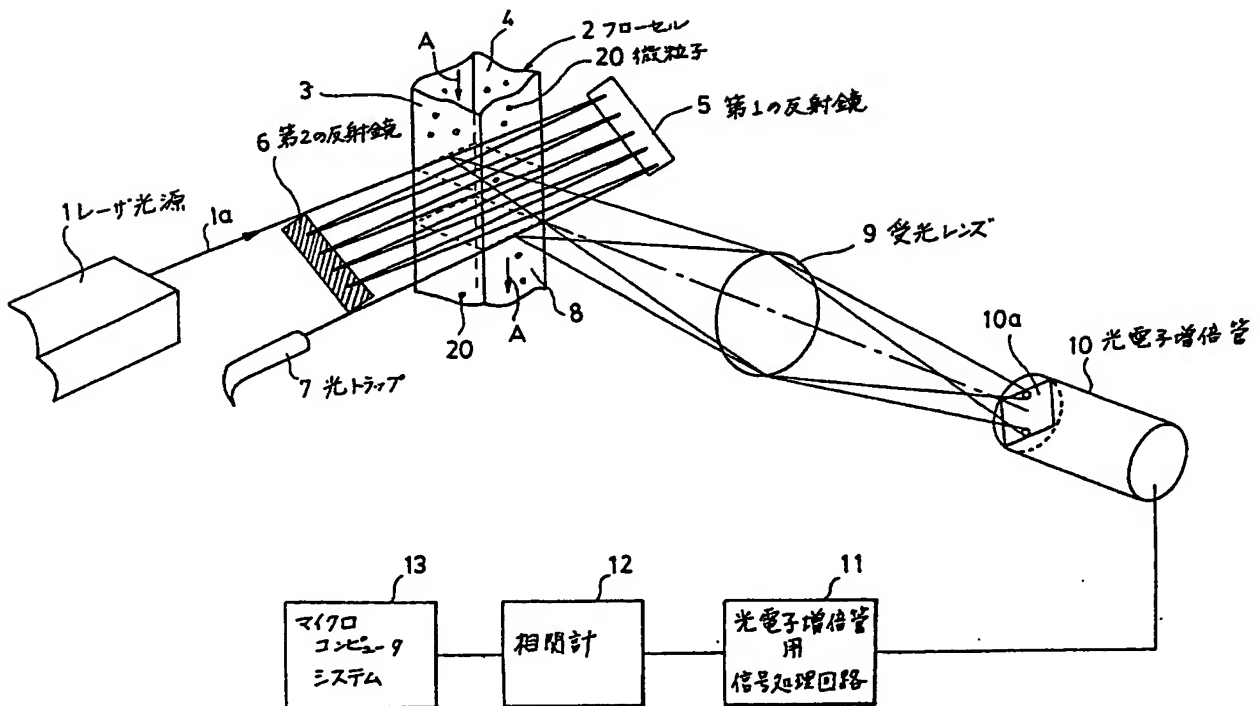
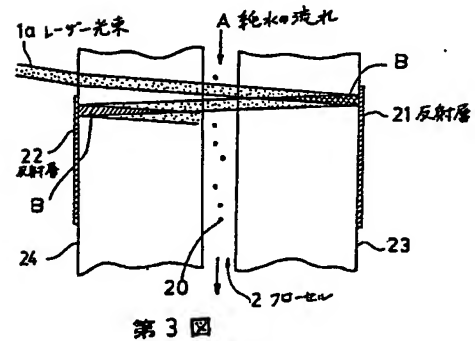
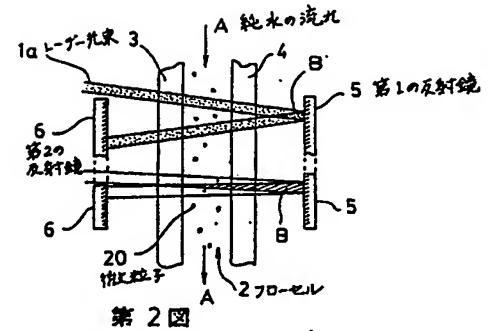
束を被測定粒子の存在する領域で複数回往復させて測定領域をコヒーレントな光束で覆うようにしている。光子相関法により稀薄な密度の粒子群を高精度に測定することが可能になり、超稀薄な微粒子の計測を短時間にしかも粒子群の母集団の統計性を反映する粒子群をとらえることができるという優れた効果を得られる。

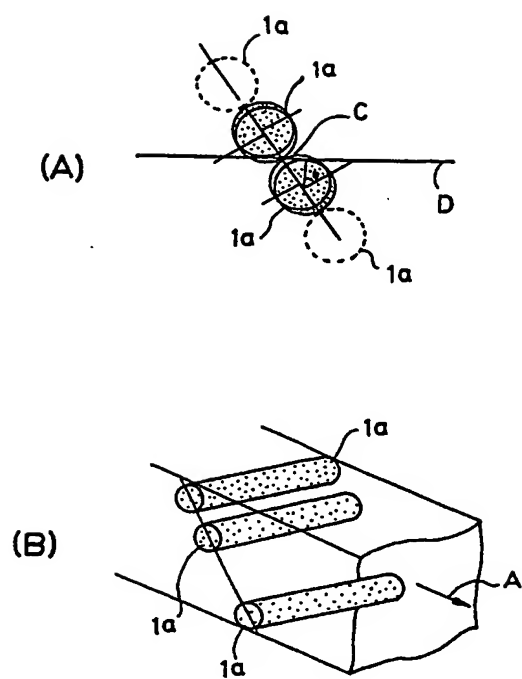
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の方法を説明する概略構成図、第2図は測定部のさらに詳細な構成を説明する断面図、第3図は測定部の他の実施例を示す断面図、第4図(A)、(B)は粒子の流れの方向に対しレーザー光束を傾けた場合の例を説明する説明図である。

- | | |
|----------|---------|
| 1…レーザー光源 | 2…フローセル |
| 5, 6…反射鏡 | 7…光トラップ |
| 20…微粒子 | |

特許出願人 興 和 株式会社
代理人 弁理士 加 藤 卓





第 4 図

THIS PAGE BLANK (USPTO)